

中华卤虫不同日龄生长性状间的相关性分析

张志伟^{1,2}, 栾生¹, 郑波³, 张庆文¹, 孔杰^{1*}

(1. 中国水产科学研究院黄海水产研究所, 农业部海洋渔业资源可持续利用重点开放实验室, 山东 青岛 266071;

2. 大连水产学院生命科学与技术学院, 辽宁 大连 116023;

3. 青岛农业大学动物科技学院, 山东 青岛 266109)

摘要:为探究中华卤虫不同生长阶段以及性状间的相关性,以确定合适的选择时间和目标性状,2008年收集来源于中国不同地区的3个两性生殖品系卤虫卵,SIN品系(山西运城解池盐湖)、YIM品系(内蒙古伊克昭盟)和ALXZ品系(内蒙古阿拉善左旗),利用人工静水孵化技术进行孵化,每个品系随机选取50尾个体单独养殖30d,每5天测定卤虫个体的全长(TL),并在第25日龄、第30日龄测定全长(TL)、体长(BL)、体宽(BDW)和体重(BW)性状值。中华卤虫3个品系6个生长阶段的各性状值测定数据显示,25d是卤虫生长的最高峰。不同生长阶段间全长表型相关分析表明,两个生长阶段间隔时间越长,相关系数越小。SIN、YIM和ALXZ3个品系第5天和第25天的相关系数仅为0.073、0.091、0.026。特别是15d前和15d后的生长阶段间,生长性状值甚至存在着负相关。对于卤虫生长性状的遗传改良,早期选择特别是15d之前进行选择,可能并不是一个理想的选择方案。中华卤虫性状间相关分析表明,第25日龄、30日龄全长、体长分别与体宽、体重性状间的表型相关虽均达到极显著水平($P < 0.01$),但相关系数较小。在选育生长快、体型大的卤虫新品种(系)时,体长或者体宽性状并不能够代替体重性状作为育种目标。因此,采用选择指数方法进行多性状复合选育是一个更为有效的技术方案。

关键词:中华卤虫; 生长性状; 表型相关

中图分类号:Q 948.8; S 917

文献标识码:A

中华卤虫(*Artemia sinica*)是我国特有的一种两性生殖卤虫群体,属于节肢动物门(Arthropoda),有鳃亚门(Branchiata),甲壳纲(Crustacea),鳃足亚纲(Branchiopoda),无甲目(Anostraca),卤虫科(Artemiidae),卤虫属(*Artemia*),是一种耐高盐度的世界性分布的小型甲壳动物,在我国仅分布于内陆盐湖,报道的产地至少有34个^[1],种质资源十分广泛。其个体小,繁殖周期短,生殖方式有卵生和卵胎生两种^[2],已被广泛应用于水生生物学、发育生物学、遗传学、分子生物学等领域的研究,同时也是海水养殖食物链的重要组成部分,是一种重要的基础生物饵料^[3]。

以最佳线性无偏预测法(best linear unbiased prediction, BLUP)遗传评估为核心的水产动物多性状复合育种技术是目前水产动物选择育种的主要方法之一^[4]。国内自2004年开始在中国对虾(*Fenneropenaeus chinensis*)新品种选育中引入该体系改良生长速度和抗病性^[5]。由于引入国内时间短,研究基础薄弱,迫切需要一个模式生物来研究技术体系中的一些重要环节,如育种目标确定,近交控制和配种方案最优化等。卤虫个体小,繁殖周期短,易于配种和管理^[3],能够大规模建立家系,并且可以在短期内实现多个世代选择,作为模式生物十分合适。由于卤虫卵加工业的发展对于野生卤虫资源破坏严重,局部地区品系出现了

收稿日期:2009-05-31 修回日期:2009-09-23

资助项目:国家自然科学基金项目(30700623)

通讯作者:孔杰, E-mail: kongjie@ysfri. ac. cn

产卵量低,种质退化以及生态位改变等现象^[6]。因此,开展卤虫的选育工作既可以为 BLUP 法在其它水产动物遗传育种上的应用开辟道路,又可保护卤虫良种资源,为水产养殖业提供优质、上乘的生物饵料,维持其对渔业经济的贡献力。

明确不同生长阶段及生长性状间的相关性,对于确定合适的测量时间点和育种目标性状具有重要的指导意义^[7]。有关生长性状间的相关分析已经在中国对虾、大菱鲆 (*Scophthalmus maximus* L.) 和海湾扇贝 (*Argopecten irradians*) 等许多水产动物中有过报道^[8-10],研究表明生长性状间往往表现为显著正相关。但大部分研究局限于在同一生长阶段内家系或者个体水平上进行性

状间相关和回归分析研究,未涉及不同生长发育阶段间个体水平上分析。因此,本文连续追踪中华卤虫 (*Artemia sinica*) 3 个品系 6 个生长阶段的生长性状,分析了它们之间的相关性,以期中华卤虫育种目标的制定及育种计划的实施提供技术依据。

1 材料与与方法

1.1 卤虫群体

试验用中华卤虫群体于 1991 - 2002 年间取自山西、内蒙古(表 1)。样品采回后,将各品系休眠卵单独放于干燥密封袋中置于 -20 ℃ 条件下冷冻保存。

表 1 中华卤虫 3 品系群体来源信息
Tab.1 The 3 strains of *Artemia sinica*

产地 population	种名 species	品系缩写 abbreviated code	生殖方式 reproduction mode	收集年份 collecting date
山西运城解池盐湖 (<i>A. sinica</i> 模式产地)	<i>A. sinica</i>	SIN	两性生殖 bisexual	1991
内蒙古伊克昭盟	<i>A. sinica</i>	YIM	两性生殖 bisexual	不详 unclear
内蒙古阿拉善左旗	<i>A. sinica</i>	ALXZ	两性生殖 bisexual	2002

1.2 孵化及养殖

为保证养殖环境的一致性,卤虫休眠卵孵化和卤虫个体养殖均制订并按照家系选育标准化操作流程进行^[11]。在 400 L 光照培养箱中,采用人工静水孵化技术进行休眠卵孵化,孵化条件为温度 26 ℃、盐度 30、全天光照(光照强度 3 000 lx),孵化时间 36 h。随机选取在相同时间孵出的卤虫幼体 50 只到 500 mL 的烧杯中进行暂养 5 d,然后转移至 50 mL 透明玻璃瓶中单独养殖,并对玻璃瓶进行单独编号,以实现不同生长阶段性状值与个体准确对应。培养条件为温度 25 ℃、盐度 77、全天光照(光照强度 3 000 lx),每 3 天换水一次。饵料为实验室培养的盐生杜氏藻 (*Dunaliella salina*),培养盐度为 77 (盐度调节采用向自然海水中加 NaCl 的方法),培养光照强度大约为 1 500 lx,光照周期为 12 h 黑暗:12 h 光照。培养温度为 25 ℃^[11]。

1.3 生长性状的测量

养殖期间每 5 天测量一次个体性状值,直至第 30 日龄实验结束。幼体阶段,在显微镜下通过目微尺测量体长性状值。成体阶段,在解剖镜下利用目微尺测量全长、体长和体宽性状值。通过

精确度为万分之一的电子天平测定体重,测量后的虫体立即放回到原小瓶中,防止因暴露在空气中时间太长而使活力降低。

全长为体长(A)和端肢节(E)之和,如图 1 所示。体宽为除附肢以外身体躯干部最宽处。

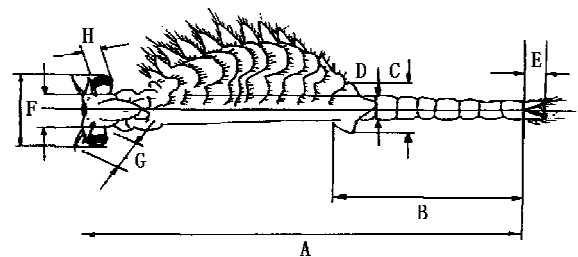


图 1 卤虫成体形态部位示意图^[12]

A. 体长; B. 腹部长; C. 卵囊长度; D. 第三腹节宽度; E. 端肢节; F. 头宽; G. 第一触角长; H. 腹眼直径。

Fig.1 The introduction for *Artemia* adult^[12]

A. body length; B. abdominal length; C. the length of oocysts; D. width of the third abdominal segment; E. the end furca; F. width of head; G. length of the first antenna; H. diameter of compound eye.

体重计算公式: $BW(\text{mg}) = (W_1 - W_2) \times 1\ 000$

式中, W_1 (g) 为卤虫个体和载玻片总重量, W_2 (g) 为载玻片重量。

1.4 数据统计分析

采用 SPSS 17.0 统计分析软件对各性状的平均数、标准差和变异系数进行描述统计分析。各品系间进行单因素方差分析 (ANOVA), 并对差异显著的品系进行多重比较分析 (LSD)。在个体水平上对 3 品系 6 个生长阶段性状进行表型相关分析, 同时对 3 品系第 25 日龄数据分别及合并数据进行线性回归分析。

2 结果

2.1 中华卤虫 3 品系各生长性状值统计结果

从各生长性状 6 次测量均值 (表 2) 可以看出, 第 25 日龄为中华卤虫生长高峰阶段。对第 25 日龄各生长性状进行单因素方差分析, 结果表明各品系间存在显著差异 (表 3)。LSD 检验表明, ALXZ 品系各生长性状明显高于 SIN 品系、YIM 品系, 而后两者之间无显著差别。

表 2 中华卤虫 3 品系不同发育阶段生长性状平均数和变异系数

Tab.2 Means and variation coefficients of growth traits from three strains of different developmental stages in *A. sinica*

性状 trait	SIN		YIM		ALXZ	
	平均数 mean \pm SD	变异系数 (%) CV	平均数 mean \pm SD	变异系数 (%) CV	平均数 mean \pm SD	变异系数 (%) CV
5 d 全长 (μm) TL	1 252.23 \pm 144.98	11.58	1 261.01 \pm 119.35	9.46	1 376.50 \pm 395.61	28.74
10 d 全长 (μm) TL	3 443.05 \pm 613.99	17.83	2 878.50 \pm 615.66	21.39	3 168.42 \pm 1 447.04	45.67
15 d 全长 (μm) TL	7 043.72 \pm 1 411.52	20.04	6 377.36 \pm 1 001.90	28.25	8 161.44 \pm 2 089.60	25.60
20 d 全长 (μm) TL	9 454.85 \pm 1 569.52	16.60	7 963.66 \pm 1 038.89	23.09	10 233.85 \pm 1 896.96	18.45
25 d 全长 (μm) TL	9 833.08 \pm 1 542.50	15.61	8 596.95 \pm 1674.59	19.48	11 594.64 \pm 2 007.55	17.31
体长 (μm) BL	9 609.84 \pm 1 512.86	15.74	8 232.15 \pm 1 638.26	20.38	11 236.40 \pm 1 933.60	17.58
体宽 (μm) BDW	779.41 \pm 187.98	24.12	732.37 \pm 53.16	7.94	839.57 \pm 163.51	18.40
体重 (mg) BW	16.07 \pm 6.70	41.67	12.89 \pm 7.62	59.12	18.72 \pm 7.45	39.80
30 d 全长 (μm) TL	9 401.80 \pm 2 047.44	21.78	8 403.88 \pm 2 423.08	28.89	10 669.42 \pm 1 802.16	16.89
体长 (μm) BL	9 121.29 \pm 2 029.38	22.25	8 185.02 \pm 2 336.41	29.16	10 410.36 \pm 1 773.51	17.08
体宽 (μm) BDW	901.73 \pm 230.23	25.54	751.74 \pm 53.15	7.07	1 036.27 \pm 139.55	13.50
体重 (mg) BW	23.92 \pm 12.43	51.96	10.15 \pm 6.55	64.58	16.29 \pm 9.16	56.22

表 3 中华卤虫 3 品系各生长性状方差分析表

Tab.3 Variance analysis of growth traits in three strains of *A. sinica*

性状 trait	变异来源 source of variation	平方和 ss	自由度 df	均方 ms	均方比 f
全长 (μm) TL	组间 between groups	151 583 853.81	2.00	75 791 926.90	24.27 **
	组内 within groups	309 209 198.84	99.00	3 123 325.24	
体长 (μm) BL	组间 between groups	146 114 825.25	2.00	73 057 412.62	23.86 **
	组内 within groups	303 168 315.24	99.00	3 062 306.21	
体重 (mg) BW	组间 between groups	630.98	2.00	315.49	5.98 **
	组内 within groups	5 224.80	99.00	52.78	
体宽 (μm) BDW	组间 between groups	541 332.03	2.00	270 666.02	6.77 **
	组内 within groups	3 960 505.52	99.00	40 005.11	

注: ** 表示差异极显著 ($P < 0.01$) (双尾检验)。

Notes: ** means very significantly difference at the 0.01 level (2-tailed).

2.2 中华卤虫不同生长阶段间全长相关分析

中华卤虫 3 品系 15 日龄之后各发育阶段全长性状之间表现出明显的正相关, SIN 品系、ALXZ 品系均以第 20 日龄与第 25 日龄相关系数最大, 分别为 0.657、0.795, YIM 品系为 0.680, 经

显著性检验达到极显著水平 ($P < 0.01$) (表 4)。其中, 25 日龄与 20 日龄、30 日龄全长性状间相关性均达到极显著水平 ($P < 0.01$)。结果表明, 中华卤虫全长在 15 日龄后各发育阶段间表现出明显的正相关。

表 4 中华卤虫 3 品系不同发育阶段全长相关分析

Tab. 4 Correlation coefficients of total length in *A. sinica* at different developmental stages

品系 strain	相关系数 correlation coefficient	发育阶段 developmental stages				
		5 d	10 d	15 d	20 d	25 d
SIN	10 d	0.198				
	15 d	0.055	0.381 *			
	20 d	-0.070	-0.219	0.541 **		
	25 d	0.073	0.188	0.620 **	0.657 **	
	30 d	0.048	-0.032	0.312	0.533 **	0.618 **
YIM	10 d	0.634 **				
	15 d	0.454	0.633 **			
	20 d	0.526 *	0.596 **	0.838 **		
	25 d	0.091	0.222	0.655 **	0.680 **	
	30 d	0.355	0.445	0.685 **	0.747 **	0.763 **
ALXZ	10 d	0.721 **				
	15 d	0.395 *	0.299			
	20 d	0.036	0.030	0.714 **		
	25 d	0.026	0.004	0.663 **	0.795 **	
	30 d	0.134	0.061	0.559 **	0.596 **	0.578 **

注: * 表示相关显著 ($P < 0.05$) (双尾检验), ** 表示相关极显著 ($P < 0.01$) (双尾检验)。

Notes: * Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed), ** Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

2.3 中华卤虫第 25 日龄、30 日龄不同生长性状间相关分析

由中华卤虫第 25 日龄、30 日龄不同生长性状间表型相关分析结果知(表 5), 25 日龄、30 日

龄全长、体长分别与体宽、体重性状间的表型相关虽均达到极显著水平 ($P < 0.01$), 但相关系数较小, 分别介于 0.538 ~ 0.768、0.214 ~ 0.813、0.542 ~ 0.772、0.307 ~ 0.812。

表 5 中华卤虫第 25 d、30 d 生长性状间相关分析

Tab. 5 Correlation coefficients between growth traits of *A. sinica* at the 25 d, 30 d

品系 strain	性状 trait	25 d			30 d		
		体宽 BDW	体长 BL	全长 TL	体宽 BDW	体长 BL	全长 TL
SIN	体长 BL			0.999 **			0.999 **
	体宽 BDW		0.621 **	0.623 **		0.577 **	0.578 **
	体重 BW	0.263	0.313	0.305	0.214	0.307	0.314
YIM	体长 BL			0.999 **			0.999 **
	体宽 BDW		0.693 **	0.695 **		0.772 **	0.768 **
	体重 BW	0.448 *	0.578 **	0.578 **	0.497 *	0.691 **	0.695 **
ALXZ	体长 BL			0.999 **			0.999 **
	体宽 BDW		0.542 **	0.538 **		0.538 **	0.550 **
	体重 BW	0.527 **	0.812 **	0.813 **	0.264	0.414 **	0.412 **

注: * 表示相关显著 ($P < 0.05$) (双尾检验), ** 表示相关极显著 ($P < 0.01$) (双尾检验)。

Notes: * Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed), ** Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

2.4 中华卤虫第 25 日龄不同生长性状间回归分析

利用中华卤虫第 25 日龄测定的生长性状数据, 以体重为因变量, 体长、体宽为自变量, 对 SIN 品系、YIM 品系、ALXZ 品系做回归分析, 回归方程如下。

SIN 品系: $Y = 0.001X_1 + 0.001X_2 + 7.624$, $R^2 = 0.028$

YIM 品系: $Y = 0.002X_1 + 0.003X_2 - 9.021$, $R^2 = 0.339$

ALXZ 品系: $Y = 0.003X_1 + 0.005X_2 - 17.285$, $R^2 = 0.671$

合并 3 个品系 25 日龄测定数据, 回归方程为 $Y = 0.002X_1 + 0.002X_2 - 7.695$, $R^2 = 0.421$

式中, Y 、 X_1 和 X_2 分别为体重、体长和体宽。统计检验表明, 3 个性状间的回归关系均未达到极显

著水平,即体长、体宽对体重决定程度较低。

体重与体长的回归方程为

$$Y = 0.002X - 7.248$$

式中, Y 和 X 分别为体重、体长,决定系数 $R^2 = 0.419$ 。

体重与体宽的回归方程为

$$Y = 0.016X + 2.666$$

式中, Y 和 X 分别为体重、体宽,决定系数 $R^2 = 0.203$ 。

3 讨论

3.1 中华卤虫生长性状的选择时间点

早期选择是林木和畜禽选择育种中常用的一种选择方法^[13-14]。该方法在早期进行个体淘汰,优点是可以降低生产和管理成本,提高育种项目的效益成本比率;缺点是如果参考的性状值与育种目标相关性差,则会降低选择的准确性,影响育种遗传进展。中华卤虫3个品系6个生长阶段的全长测定数据表明,25 d是卤虫生长的最高峰,也是测定生长性状数据以进行遗传改良的最佳时机。6个生长阶段间全长表型相关分析显示,两个生长阶段间隔时间越长,相关系数越小。譬如,SIN、YIM和ALXZ3个品系第5天和第25天的相关系数仅为0.073、0.091、0.026。特别是15 d前和15 d后的生长阶段间,生长性状值甚至存在着负相关(表4)。因此,对于卤虫生长性状的遗传改良,早期选择特别是15 d之前进行选择,可能并不是一个理想的选择方案。SIN品系、ALXZ品系均以第20日龄与第25日龄相关系数最大,分别为0.657、0.795、YIM品系为0.680,经显著性检验达到极显著水平($P < 0.01$)。其中,25日龄与20日龄、30日龄全长性状间相关系数分别为0.657、0.618、0.795、0.578、0.680、0.793且均达到极显著水平($P < 0.01$)。结果表明,两个生长发育阶段间隔时间越短,相关系数越大,这也印证了生物生长发育的基本规律。中华卤虫全长在15日龄后各发育阶段间表现出明显的正相关,SIN品系、YIM品系、ALXZ品系第20日龄与第25、30日龄全长表型相关值均在0.5以上(表4),达到极显著相关水平($P < 0.01$)。因此,如果因为各种因素的影响,不得不提前或者延后生长性状值的测定时间,20 d或者30 d将是一个候选的测量时间点。

3.2 中华卤虫育种的技术选择

由于存在基因连锁和基因多效性,生物体各性状间表现为不同程度的相关性。性状间的相关程度,是制定育种目标的重要参数。特别是对于那些难以直接测量的性状,如宰杀和抗病性状,通过直接选择很难获得理想的结果,但可通过测定与其相关性较高的性状实现间接选育^[15]。譬如,在猪育种中,可以利用4月龄瘦肉猪活体体重预测90 kg胴体瘦肉率,较6月龄选择提早2个月且准确性高($R = 0.7164$),研究指出在窝出栏数基本一致的情况下,头均载肉量每增加3~5 kg,窝产瘦肉量可增加40~50 kg^[16]。在许多水产动物中都已经开展了性状间相关性分析。譬如,马氏珠母贝(*Pinctada martensi*)第5、9、11、13月龄活体质量对各形态性状做回归分析表明,各回归系数均大于0.80且表现为极显著水平,即通过对壳高、壳重的选择可以达到对珍珠贝体质量选择的目的^[7]。大鳞大麻哈鱼(*O. tshawytscha*)第9、22月龄体长和体重存在显著的遗传相关^[17]。中间球海胆(*Strongylocentrotus intermedius*)体重和壳径表型相关系数为0.822~0.855^[18]。本文研究结果与以上研究结果存在较大差异,主要表现在性状间的相关性较低,由中华卤虫第25日龄、30日龄不同生长性状间表型相关分析结果知,25日龄、30日龄体长(全长)与体宽、体重性状间相关性虽均达到极显著水平($P < 0.01$),但相关系数小于0.85。且以体重为因变量,体长、体宽为自变量,对SIN品系、YIM品系、ALXZ品系以及3个品系合并数据分别做回归分析,结果表明,体长、体宽对体重的决定系数均低于0.70,即体长、体宽性状对体重性状决定程度较低。因此,在选育生长快的卤虫新品种(系)时,体长或者体宽性状并不能够代替体重性状作为育种目标。同样,当以体型大,生长快为育种目标时,对某一生长性状(如体长)的选择并不会对其它生长性状(如体重、体宽)产生明显的间接选择效应。因此,采用选择指数方法同时将这3个性状纳入育种目标性状中,进行复合选育是一个更为有效的技术方案。

参考文献:

- [1] Zhang R, Liu F. Geographical distribution of *Artemia* in PR China[J]. *Artemia Newsletter*, 1989, 12(4): 5-46.

- [2] 王素凤,孙世春. 四产地卤虫休眠胚胎的发育期及细胞数的初步观察[J]. 中国海洋大学学报,2007,37(3):409-412.
- [3] 侯林,邹向阳,姚锋. 卤虫的生物学研究[J]. 生物学通报,2005,40(7):4-6.
- [4] Gjoen H M, Gjerde B. Comparing breeding schemes using individual phenotypic values and BLUP breeding values as selection criteria [R]. Proceedings of the 6th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production, University of New England, Armidale, New South Wales, Australia, 1998,27:111-114.
- [5] 胡红浪. 现代遗传育种技术初析及启迪[J]. 中国水产,2006,10:5-6.
- [6] 周可新,许木启,印象初. 西藏拉果错卤虫的繁殖特征与成体形态特征[J]. 动物学报,2004,50(3):364-369.
- [7] 何毛贤,史兼华,林岳光,等. 马氏珠母贝生长性状的相关分析[J]. 海洋科学,2006,30(11):1-4.
- [8] 秦艳杰,刘晓,张海滨,等. 海湾扇贝正反交两个家系形态学指标比较分析[J]. 海洋科学,2007,31(3):22-27.
- [9] 栾生,孔杰,张天时,等. 基于表型值和育种值的中国对虾生长、抗逆性状相关分析[J]. 海洋水产研究,2008,29(3):14-20.
- [10] 张庆文,张天扬,孔杰,等. 大菱鲆生长性状在不同生长发育阶段的相关分析[J]. 海洋水产研究,2008,29(3):57-61.
- [11] 郑波. 16 产地中国卤虫形态学与生殖隔离研究[D]. 青岛:中国海洋大学,2004.
- [12] Domenech F A. Differentiation in *Artemia* strains from Spain [C]//Persoone G, Sorgeloos P, Roels O, et al. Eds. The brine Shrimp *Artemia*, Vol. 1, morphology, genetics, radiobiology, toxicology. Wetteren, Belgium; Universa Press, 1980:19-40.
- [13] 杨秀艳,季孔庶. 林木育种中的早期选择[J]. 世界林业研究,2004,17(2):6-8.
- [14] 杨宁,吴常信. 蛋鸡产蛋量的早期选择研究[J]. 畜牧兽医学报,1993,24(1):1-6.
- [15] 李思发,王成辉,刘志国,等. 三种红鲤生长性状的杂种优势与遗传相关分析[J]. 水产学报,2006,30(2):175-180.
- [16] 周海深,王增刚,姜彦军,等. 瘦肉型猪早期选种技术研究[J]. 浙江农业学报,1994,6:15-17.
- [17] Winkelman A W, Peterson R G. Genetic parameters (Heritabilities, dominance ratios and genetic correlations) for body weight and length Chinook salmon after 9 and 22 months saltwater rearing [J]. Aquaculture, 1994,125:31-36.
- [18] Liu X L, Chang Y Q, Xiang J H, et al. Estimates of genetic parameters for growth traits of the sea urchin, *Strongylocentrotus intermedius* [J]. Aquaculture, 2005,243:27-32.

Phenotypic correlation of growth traits between different developmental stages in *Artemia sinica*

ZHANG Zhi-wei^{1,2}, LUAN Sheng¹, ZHENG Bo³, ZHANG Qing-wen¹, KONG Jie^{1*}

(1. Key Laboratory for Sustainable Utilization of Marine Fisheries Resources, Ministry of Agriculture, Yellow Sea Fisheries Research Institute, Chinese Academy of Fishery Sciences, Qingdao 266071, China;

2. Life Science and Technology Institute, Dalian Fisheries University, Dalian 116023, China;

3. College of Animal Science and Veterinary Medicine, Qingdao Agricultural University, Qingdao 266109, China)

Abstract: For analyzing phenotypic correlation level of growth traits at different developmental stages, three different strains of *Artemia sinica* were collected from different provinces in China. Fifty larvae per strain were selected randomly and reared separately for 30 days. In this growth period, the total length (TL) of *A. sinica* was measured every 5 days. The body length (BL), body width (BDW) and body weight (BW) were also measured at the last two stages. Then phenotypic correlation coefficients of growth traits among the different stages were estimated at individual level. The results indicated that the smaller the correlation coefficients were, the longer the intervals between two stages were. For example, the correlation coefficients between 5 d and 25 d were only 0.073, 0.091 and 0.026 for SIN, YIM and ALXZ respectively. Moreover, the correlation coefficients among the stages before and after 15 d were even negative. It was implied that the early stage selection method was not applied to improve growth traits in *A. sinica*, especially when selecting at the stages before 15 d. Although significant positive correlation were found among four growth traits at 25 d and 30 d stage, the correlation coefficients were smaller than expected. It was implied that BL and BDW could not substitute for BW as breeding object traits when breeding fast-growing new strain with large body shape. The multi-traits aggregated selection method based on selection index theory will be needed for the above breeding object.

Key words: *Artemia sinica*; growth trait; phenotypic correlation

Corresponding author: KONG Jie. E-mail: kongjie@ysfri.ac.cn